

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2004 年 12 月 29 日 (29.12.2004)

PCT

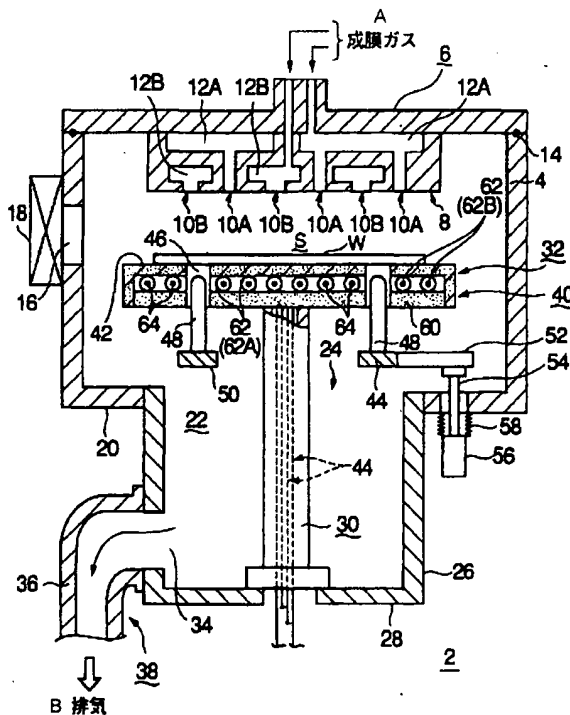
(10) 国際公開番号
WO 2004/114377 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 21/02, 21/22, 21/31, 21/324, C23C 16/46, H05B 3/20, F27B 5/14, F27D 11/02 (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 荒見 淳一 (ARAMI, Junichi) [JP/JP]; 〒1610031 東京都新宿区西落合 4-1 5-1 9 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/008747
- (22) 国際出願日: 2004 年 6 月 22 日 (22.06.2004) (74) 代理人: 吉武 賢次, 外(YOSHITAKE, Kenji et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内三丁目 2 番 3 号 富士ビル 3 2 3 号 協和特許法律事務所 Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: 特願2003-178690 2003 年 6 月 23 日 (23.06.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東京エレクトロン株式会社 (TOKYO ELECTRON LIMITED) [JP/JP]; 〒1078481 東京都港区赤坂五丁目 3 番 6 号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

/続葉有/

(54) Title: HEAT TREATMENT APPARATUS

(54) 発明の名称: 熱処理装置



(57) Abstract: A heating means is disclosed which comprises a reflector plate composed of an opaque quartz and a quartz tube welded to the surface of the reflector plate. A carbon wire which generates heat when a current is applied is inserted in the quartz tube.

(57) 要約: 本発明の加熱手段は、不透明石英よりなる反射板と、前記反射板の表面に溶接された石英管と、を備える。前記石英管には、通電により熱を発生するカーボンワイヤが挿通されている。

A... FILM-FORMING GAS
B... EXHAUST

WO 2004/114377 A1



(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

明 細 書

熱処理装置

技術分野

- [0001] 本発明は、半導体ウエハ等に対して熱処理を行うための熱処理装置、これに用いられる加熱手段及び載置台に関する。

背景技術

- [0002] 一般に、半導体集積回路を製造する際には、半導体ウエハ等の被処理体に、成膜処理、エッチング処理、熱処理、改質処理、結晶化处理等の各種の枚葉処理が繰り返し行われて、所望する集積回路が形成されるようになっている。上記したような各種の処理を行う場合には、その処理の種類に対応して、必要な処理ガス、例えば成膜処理の場合には成膜ガス、改質処理の場合にはオゾンガス等、結晶化处理の場合には N_2 ガス等の不活性ガスや O_2 ガス等、がそれぞれ処理容器内へ導入される。
- [0003] 例えば、半導体ウエハに対して1枚毎に熱処理を施す枚葉式の熱処理装置の場合、真空引き可能になされた処理容器内に、例えば抵抗加熱ヒータ等が内蔵された載置台が設置され、当該載置台の上面に半導体ウエハが載置される。この状態で、所定の処理ガスが処理容器内に導入され、所定のプロセス条件に従って半導体ウエハに各種の熱処理が施されるようになっている(例えば特開2002-256440号公報参照)。
- [0004] 別の熱処理装置では、真空引き可能になされた例えばアルミニウム製の処理容器内に、例えば石英ガラスよりなる内側処理容器が設けられ、この内側処理容器内に抵抗加熱ヒータが内蔵された基板保持台が設けられる。内側処理容器内には、種類の異なる複数の処理ガスが互いに間欠的に交互に流され、基板保持台上に保持される半導体ウエハの表面に一分子層程度の厚さの薄膜が繰り返し積層される(特開2002-151489号公報参照)。
- [0005] ところで、半導体集積回路の高集積化及び高微細化に伴って、線幅を小さくすることに加えて、各層を更に薄くすることが要請されている。このような状況下で、有機物汚染や金属汚染等のコンタミネーションに関しても、より厳しい基準が求められている

。そのため、処理容器内の構造物も、汚染源となる金属類を含まない、より純粋な材料で形成されている。例えば、処理容器内の構造物として、半導体ウエハ等を加熱する加熱ヒータやウエハを保持する載置台などがある。加熱ヒータを純度の高い石英板や石英ケースで完全に覆って全体を溶着した載置台も提案されている(特開昭63-278322号公報、特開平07-078766号公報、特開平03-220718号公報、特開平06-260430号公報参照)。

- [0006] 加熱ヒータ全体を石英板や石英ケース内に埋め込むためには、面状の石英同士を溶着接合する必要がある。従って、石英を平面性良く削り出す、すなわち、石英の精度の高い面出し加工を行うことが必要である。しかしながら、そのような加工は非常に難しく、装置自体が高価になる。
- [0007] また、材料として透明な石英が用いられる場合には、内部に埋め込まれた加熱ヒータからの熱線が全方向に放射されてしまい、熱効率において劣る。
- [0008] 更に、加熱ヒータとして用いられる材料が重金属等の金属原子を含む場合には、その周囲全体が石英によって覆われたとしても、当該金属原子がいわゆる熱拡散により石英を透過してしまつて半導体ウエハを汚染し得る。

発明の開示

- [0009] 本発明は、以上のような問題点に着目し、これを有効に解決すべく創案されたものである。本発明の目的は、有機物汚染や金属汚染等のコンタミネーションの発生を抑制でき、しかも製造が比較的簡単で安価な、加熱手段、載置台及び熱処理装置を提供することにある。
- [0010] 本発明は、不透明石英よりなる反射板と、前記反射板の表面に溶接された石英管と、を備え、前記石英管には、通電により熱を発生するカーボンワイヤが挿通されていることを特徴とする加熱手段である。
- [0011] 本発明によれば、被処理体に有機物汚染や金属汚染等をほとんど生じさせることなく、当該被処理体を加熱することができる。また、本発明の加熱手段は、比較的簡単かつ安価に製造可能である。
- [0012] 好ましくは、前記石英管は、屈曲されている。
- [0013] また、好ましくは、前記石英管は、前記反射板の表面において、複数のゾーンに分

割されて溶接されている。

- [0014] 前記加熱手段は、載置台に搭載され得る。すなわち、本発明は、前記特徴を有する加熱手段と、当該加熱手段の石英管の全体を覆うようにして設けられると共に、その上に被処理体が載置されるようになっている載置台カバー部材と、を備え、前記載置台カバー部材は、光吸収部材よりなることを特徴とする載置台である。
- [0015] この場合、例えば、前記載置台カバー部材は、SiCよりなる。
- [0016] また、前記載置台は、熱処理装置に用いられる。すなわち、本発明は、前記特徴を有する載置台と、前記載置台を収容すると共に真空引き可能になされた処理容器と、前記処理容器内へ所定のガスを供給するためのガス供給手段と、前記処理容器内を真空排気する真空排気系と、を備えたことを特徴とする熱処理装置である。
- [0017] あるいは、本発明は、被処理体が載置される載置台と、前記載置台を収容すると共に真空引き可能になされた処理容器と、前記処理容器内へ所定のガスを供給するためのガス供給手段と、前記処理容器内を真空排気する真空排気系と、前記載置台と対向するように前記処理容器内に設けられた前記特徴を有する加熱手段と、を備えた熱処理装置である。
- [0018] この場合、例えば、前記載置台の上方を覆うようにして内部容器が更に設けられ得る。
- [0019] あるいは、本発明は、被処理体が載置される載置台と、前記載置台を収容すると共に真空引き可能になされた処理容器と、前記処理容器内へ所定のガスを供給するためのガス供給手段と、前記処理容器内を真空排気する真空排気系と、前記被処理体を加熱するために設けられる被処理体加熱手段と、前記処理容器の内側に設けられた内部容器と、前記内部容器を加熱するために前記内部容器と前記処理容器の内壁との間に設けられた前記特徴を有する加熱手段と、を備えたことを特徴とする熱処理装置である。
- [0020] この場合、例えば、前記内部容器は、SiCよりなる。
- [0021] また、この場合、好ましくは、前記被処理体加熱手段は、載置台内に一体的に組み込まれている。

図面の簡単な説明

[0022] [図1]は、本発明に係る熱処理装置の第1の実施の形態を示す断面構成図である。

[図2]は、載置台に設けられた石英管の配列を示す断面図である。

[図3]は、載置台を示す断面図である。

[図4]は、載置台を示す分解図である。

[図5]は、本発明の熱処理装置の第2の実施の形態を示す断面構成図である。

[図6]は、第2の実施の形態に用いられる加熱手段を示す斜視図である。

[図7]は、図6に示す加熱手段の部分拡大断面図である。

[図8]は、加熱手段の変形例を示す拡大断面図である。

発明を実施するための最良の形態

[0023] 以下に本発明に係る加熱手段、載置台及び熱処理装置の実施の形態を添付図面に基づいて詳述する。

[0024] 〈第1の実施の形態〉

図1は本発明に係る熱処理装置の第1の実施の形態を示す断面構成図、図2は載置台に設けられた石英管の配列を示す断面図、図3は載置台を示す断面図、図4は載置台を示す分解図である。

[0025] 図示するように、熱処理装置2は、内部が略円筒状になされたアルミニウム製の処理容器4を有している。処理容器4の天井部には、必要な処理ガス、例えば成膜ガス、を導入するためのガス供給手段であるシャワーヘッド部6が設けられている。シャワーヘッド部6の下面のガス噴射面8には、多数のガス噴射孔が設けられている。そして、多数のガス噴射孔10A、10Bから処理空間Sに向けて、処理ガスが吹き出すようにして噴射されるようになっている。

[0026] このシャワーヘッド部6内には、中空状の2つに区画されたガス拡散室12A、12Bが形成されている。処理ガスは、各ガス拡散室12A、12Bにおいて平面方向へ拡散した後、各ガス拡散室12A、12Bにそれぞれ連通されたガス噴射孔10A、10Bから吹き出されるようになっている。すなわち、ガス噴射孔10A、10Bはマトリクス状に配置されている。

[0027] シャワーヘッド部6の全体は、例えばニッケルやハステロイ(登録商標)等のニッケル合金、アルミニウム或いはアルミニウム合金により形成されている。シャワーヘッド部6

は、1つだけのガス拡散室を有していてもよい。そして、このシャワーヘッド部6と処理容器4の上端開口部との接合部には、例えばOリング等よりなるシール部材14が介在されている。これにより、処理容器4内の気密性が維持されるようになっている。

[0028] 処理容器4の側壁には、処理容器4内に対して被処理体としての半導体ウエハWを搬入搬出するための搬出入口16が設けられている。搬出入口16には、気密に開閉可能になされたゲートバルブ18が設けられている。

[0029] そして、処理容器4の底部20には、排気落とし込め空間22が形成されている。具体的には、処理容器4の底部20の中央部に大きな開口24が形成されており、この開口24にその下方へ延びる有底円筒体状の円筒区画壁26が連結されており、円筒区画壁26の内部が上記排気落とし込め空間22となっている。この排気落とし込め空間22を区画する円筒区画壁26の底部28には、例えば石英ガラスよりなる円筒体状の支柱30が起立している。支柱30の上端部に、載置台32が溶接により固定されている。尚、上記支柱30は、AlN等のセラミックにより形成されてもよい。

[0030] 上記排気落とし込め空間22の入口側の開口24の直径は、載置台32の直径よりも小さく設定されている。これにより、載置台32の周縁部の外側を流下する処理ガスは、載置台32の下方に回り込んでから開口24へ流入するようになっている。円筒区画壁26の下部側壁には、排気落とし込め空間22に連通する排気口34が形成されている。排気口34には、真空排気系38が接続される。具体的には、真空排気系38は、図示しない真空ポンプが介設された排気管36からなる。これにより、処理容器4内及び排気落とし込め空間22内の雰囲気気を真空引きして排気できるようになっている。

[0031] 排気管36の途中には、開度コントロールが可能になされた図示しない圧力調整弁が介設されている。圧力調整弁の開度を自動的に調整することにより、上記処理容器4内の圧力が一定値に維持され得る、或いは、所望する圧力に迅速に変化され得る。

[0032] また、上記載置台32は、本発明の特徴である加熱手段40を有している。この加熱手段40を覆うようにして、載置台カバー部材42が設けられている。載置台カバー部材42の上面に、被処理体としての半導体ウエハWが載置され得る。載置台32及び加熱手段40の構成については後に詳述する。

- [0033] 加熱手段40は、支柱30内に配設された給電線44に接続されている。これにより、加熱手段40への電力が制御されつつ供給されるようになっている。この給電線44は、図示しない石英管内に挿通され、支柱30の下部にて電源ケーブルと接続されている。また、後述するように、加熱手段40は、例えば内側ゾーンと、その外側を同心円状に囲む外側ゾーンと、に分割されており、各ゾーン毎に個別に電力制御され得るようになっている。そのため、図示例では、給電線44は4本(図3参照)設けられている。
- [0034] 上記載置台32には、当該載置台32を上下方向に貫通する複数、例えば3本の、ピン挿通孔46が形成されている(図1においては2つのみ示す)。各ピン挿通孔46には、押し上げピン48が上下移動可能に遊嵌状態で挿通されている。押し上げピン48の下端には、円形リング形状に形成された例えばアルミナのようなセラミックス製の押し上げリング50が配置されている。すなわち、押し上げリング50に、各押し上げピン48の下端が、固定されない状態にて、支持されている。押し上げリング50から延びるアーム部52が、容器底部20を貫通する出沒ロッド54に連結されており、この出沒ロッド54はアクチュエータ56により昇降可能となっている。これにより、上記各押し上げピン48は、ウエハWの受け渡し時に、各ピン挿通孔46の上端から上方または下方へ出沒するようになっている。また、処理容器4の底部20のアクチュエータ56の出沒ロッド54が貫通する部分とアクチュエータ56との間には、伸縮可能なベローズ58が介設されている。これにより、上記出沒ロッド54は、処理容器4内の気密性を維持しつつ昇降できるようになっている。
- [0035] 次に、図2乃至図4を参照して、載置台32及び加熱手段40について詳しく説明される。尚、図2乃至図4には、押し上げピン48及びピン挿通孔46(図1参照)の記載が省略されている。
- [0036] 図3及び図4に示すように、載置台32は、加熱手段40と、加熱手段40の上面側の全体を覆うようにして設けられる載置台カバー部材42と、により主に構成される。ここでは、上記加熱手段40は、ウエハWを加熱する被処理体加熱手段として機能する。
- [0037] 具体的には、上記加熱手段40は、ウエハWの直径よりも大きな直径を有する円板状の反射板60を有している。反射板60の全体は、内部に微細な気泡が混入されて

白濁した色となっている耐熱性に優れる不透明石英よりなる。この場合、反射板60の表面は、外側から入射する熱線に対して不透明であり、且つ、そのような熱線を高い反射率で反射し得るようになっている。反射板60を構成する不透明石英は、熱線に対して不透明であればよく、気泡以外の何らかの材料が混入されてもよいし、その表面が鏡面加工されてもよい。

[0038] また、反射板60の周辺部には、上方へ起立する位置決め突起61が設けられている。位置決め突起61は、これに嵌め込まれる載置台カバー部材42の位置決めを行うようになっている。位置決め突起61は、例えば、上記反射板60と同じ材料でリング状に形成され得る。反射板60と一体的に設けられてもよいし、別体で設けられてもよい。位置決め突起61は、上記のように載置台カバー部材42の位置決めを行うことその他に、載置台カバー部材42と接触して反射板60の熱を載置台カバー部材42(ウェハW側)へ効率的に伝達する機能も有している。これにより、ウェハ周縁部の温度低下が防止され、ウェハ中心部とウェハ周縁部との間の温度差が低減されるようになっている。

[0039] そして、反射板60の下面の略中心部に、石英よりなる支柱30の上端が溶接により接合される。また、反射板60の上面側の表面に、所定の形状に屈曲成形された耐熱性に優れる透明な石英管62が、溶接により接合されている。この石英管62の内部には、通電によりジュール熱を発生するカーボンワイヤ64が挿通されている。石英管62内へカーボンワイヤ64を挿通してなるこのようなヒータは、例えば特開2001-208478号公報に示されている。石英管62が反射板60の表面に接合される際には、同じく石英により形成された接合ピン66が用いられる。具体的には、この接合ピン66が石英管62と反射板60との間の適当な箇所に配置されて、これらが熔融されることにより、石英管62と反射板60との溶接が行われる。

[0040] ここでは、図2に示すように、石英管62は、内側ゾーンの石英管部分62Aと、この外側を囲む外側ゾーンの石英管部分62Bと、を有するように屈曲成形されている。石英管部分62A、62Bの各々は、2つの同心円状部と、電力の供給のために反射板60の中心部に集合する両端部と、を有している。当該両端部は、更に、反射板60を下方向へ貫通している。そして、前述したように、石英管部分62A、62Bの各カーボ

ンワイヤ64が、給電線44に接続されている。これにより、各ゾーン毎に供給電力が個別に制御できるようになっている。尚、上記ゾーン数は2つに限定されず、3ゾーン、或いはそれ以上のゾーン数であってもよい。

[0041] 各石英管部分62A、62Bは、熱加工によって容易に所望の形状に屈曲成形できる。また、上記接合ピン66を用いることによって、石英管部分62A、62Bは容易に反射板60の表面に接合される。上記石英管部分62A、62B内のカーボンワイヤ64から発せられる熱線は、耐熱性の高い反射板60の表面で反射されて、図示例では全て上方に向かうようになっている。

[0042] そして、上記のように形成された加熱手段40の上面全面を覆うように、載置台カバー部材42が設けられる。これにより、載置台32の全体が構成される。具体的には、載置台カバー部材42は、例えばSiCのように熱伝導性が良好で含有する金属不純物が非常に少ない光吸収部材からなり、円形の蓋状に成形されている。この蓋状の載置台カバー部材42の側壁42Aの内面は、反射板60の直径よりも僅かに大きい内径に設定されており、反射板60の側面に密接状態で略外接するようになっている。従って、載置台カバー部材42が反射板60の上方より装着されると、当該載置台カバー部材42は位置決め突起61により所定位置に位置決めされつつ反射板60に嵌め込まれる。そして、この載置台カバー部材42の上面に、上記ウエハWが載置されることになる。尚、載置台カバー部材42の周辺部と反射板60の周辺部とを気密に溶着し、また、ピン挿通孔46(図1参照)の部分にも石英パイプを溶着するなどして、載置台カバー部材42の内側空間を完全な密封状態にしてもよい。

[0043] 次に、以上のように構成された熱処理装置の動作について説明する。

[0044] まず、未処理の半導体ウエハWが、図示しない搬送アームに保持され、開状態とされているゲートバルブ18、搬出入口16を介して処理容器4内へ搬入される。このウエハWは、上昇されている押し上げピン48上に受け渡される。その後、この押し上げピン48が下降されることにより、ウエハWが載置台32の上面、具体的には載置台カバー42の上面、に載置され支持される。

[0045] 次に、シャワーヘッド部6へ、処理ガスとして例えば TiCl_4 、 H_2 、 NH_3 、 WF_6 、 SiH_4 、 H_2 、PET、 O_2 等の成膜ガスが流量制御されつつ供給される。このガスは、ガ

ス噴射孔10A、10Bより吹き出されて(噴射されて)、処理空間Sへ導入される。そして、排気管36に設けられた真空ポンプ(不図示)の駆動を継続することにより、処理容器4内及び排気落とし込み空間22内の雰囲気気は真空引きされ、更に、圧力調整弁の弁開度が調整されて処理空間Sの雰囲気気が所定のプロセス圧力に維持される。この時、ウェハWの温度は、載置台32内に設けられた加熱手段40により加熱されて、所定のプロセス温度に維持される。これにより、半導体ウェハWの表面に、Ti、TiN、W、WSi、 Ta_2 、 O_5 等の薄膜が形成されることになる。また、成膜ガスとしてTMA(トリメチルアルミニウム)とオゾンとが用いられれば、アルミナ(Al_2O_3)を成膜することができる。

- [0046] 上記したプロセス中において、加熱手段40の石英管62(62A、62B)内に挿通されたカーボンワイヤ64から発せられる熱線は、あらゆる方向へ向けて発せられる。ところが、下方向に向けて発せられた熱線は、石英管62を保持固定している不透明石英よりなる反射板60の表面で上方向に向けて反射されて、載置台カバー部材42を加熱し、更に、当該載置台カバー部材42の上面に載置されているウェハWを加熱する。
- [0047] 加熱手段40を構成する反射板60は、不純物をほとんど含まなくて純度の高い不透明石英で形成されている。また、石英管62及びカーボンワイヤ64も、不純物をほとんど含まなくて純度が高い。従って、有機物汚染や金属汚染のコンタミネーションが発生することを大幅に抑制することができる。しかも、反射板60及び石英管62等の加工は比較的容易なので、製造コストも大幅に引き下げることができる。更には、反射板60により、熱エネルギーを有効に且つ効率的に使用することができる。
- [0048] 載置台32の構成部品である載置台カバー部材42は、熱伝導性が良好で純度も高い光吸収部材、例えばSiC、により形成されている。このため、ウェハWの温度の面内均一性を高く維持した状態でこれを加熱することができる。載置台カバー部材42は、光吸収性のある任意の材料で形成され得る。例えば、カーボンが混入された不透明石英でも形成され得る。
- [0049] また、加熱手段40の主要構成部品が熱衝撃に強い石英で形成されているので、大容量の電力を投入することができる。これにより、高い昇温レート、例えば1000℃

／5分程度の昇温レート、を得ることができる。

[0050] 〈第2の実施の形態〉

次に、本発明装置の第2の実施の形態について説明する。

図5は、本発明の熱処理装置の第2の実施の形態を示す断面構成図、図6は、第2の実施の形態に用いられる加熱手段を示す斜視図、図7は、図6に示す加熱手段の部分拡大断面図である。

[0051] 第2の実施の形態の熱処理装置70は、例えばアルミニウム等よりなる筒体状の処理容器4'を有している。処理容器4'の内部には、例えば矩形形状の空間が形成されている。処理容器4'の天井部には、例えばOリング等よりなるシール部材72を介して、例えばアルミニウム等よりなる天井部74が気密に取り付けられている。

[0052] そして、処理容器4'の底部20'の中心部には、下方向へ突状に成形された比較的大口径の円筒状の載置台収納容器76が形成されている。載置台収納容器76内には、被処理体である半導体ウエハWを載置するための例えばSiC等のセラミック製の載置台78が設けられている。載置台78内には、上記ウエハWを加熱する被処理体加熱手段として、例えば抵抗加熱ヒータ80が埋め込まれている。載置台78の下面の中心部には、下方向に延びる回転軸83が取り付け固定されている。回転軸83は、例えば回転可能になされた磁性流体シール84を介して、載置台収納容器76の底板82を貫通している。これにより、回転軸83は、回転自在且つ気密に支持されている。また、底板82は、載置台収納容器76の下端部に、伸縮可能になされたベローズ86を介して、気密に接合されている。これにより、図示しないアクチュエータにより、底板82と載置台78とが上下方向へ一体的に昇降移動可能となっている。尚、底板82には、ウエハWを持ち上げるためのリフトピン(不図示)が設けられる。また、載置台収納容器76の下部側壁に、ウエハWの搬出入の際に開閉されるゲートバルブ88が設けられている。載置台78が下方向へ降下された状態で、ゲートバルブ88を介して、外部との間でウエハWの移載が行われるようになっている。

[0053] また、処理容器4'内には、載置台78を中心として対向する両側に、第1及び第2の2つのガス供給手段90、92が設けられている。これらの第1及び第2のガス供給手段90、92から、必要に応じて、流量制御された成膜ガス等の処理ガスが供給されるよう

になっている。第1及び第2のガス供給手段90、92は、例えば耐熱性の石英パイプにより形成されており、ノズル90A、92Aを有している。ノズル90A、92Aは、処理容器4'内の対向する両側に、それぞれ、複数個並列に配列され得る。この場合、処理ガスは、面状に供給され得る。

[0054] 処理容器4'の底部の両側には、第1及び第2のガス供給手段90、92に対応させて、第1及び第2の2つの真空排気系94、96が設けられている。真空排気系94、96の図示しない真空ポンプにより、処理容器4'内の雰囲気が必要に応じて真空引きされ得るようになっている。この場合、第1及び第2の真空排気系94、96は、処理空間に臨む排気口94A、96Aに、それぞれ連結されている。

[0055] 処理容器4'の内側には、載置台78の上方の処理空間Sを覆うような蓋状の内部容器98が設けられている。内部容器98は、耐熱性に優れ、しかも金属原子等の不純物をほとんど含んでいない純度の高い光吸収部材、例えばSiC、よりなる。内部容器98は、加熱されて処理反応を促進する機能と、処理ガスのガス流を整流する機能と、を有する。そして、内部容器98と処理容器4'の天井板74の壁面との間に、本発明の特徴である加熱手段100が設けられている。加熱手段100の基本的構成は、図2乃至図4を参照して説明した加熱手段40の基本的構成と略同様である。

[0056] すなわち、図6及び図7に示すように、加熱手段100は、ウェハWの直径よりも大きな略矩形状の反射板102を有している。反射板102の全体は、内部に微細な気泡が混入されて白濁した色となっている耐熱性に優れる不透明石英よりなる。この場合、反射板102の表面は、外側から入射する熱線に対して不透明であり、且つ、そのような熱線を高い反射率で反射し得るようになっている。そして、反射板102の上面が、上記天井板74の下面に取り付けられている。また、反射板102の下面側の表面に、所定の形状に屈曲成形された耐熱性に優れる透明な石英管104が、溶接により接合されている。この石英管104の内部には、通電によりジュール熱を発生するカーボンワイヤ106が挿通されている。カーボンワイヤ106の両端の接続端子110は、反射板102を上方側へ貫通し、更に天井板74を気密に貫通して、外部に延びている。石英管104が反射板102の表面に接合される際には、同じく石英により形成された接合ピン108(図6及び図7参照)が用いられる。具体的には、この接合ピン108が石英

管104と反射板102との間の適当な箇所に配置されて、これらが熔融されることにより、石英管104と反射板102との溶接が行われる。

- [0057] 従って、石英管104内のカーボンワイヤ106から発せられる熱線は、耐熱性の高い反射板102の表面で反射されて、図5では全て下方向に向かう。これにより、光吸収部材よりなる内部容器98が所定の温度に加熱され得る。また、天井板74には、当該天井板74を冷却するための冷却ジャケット112が設けられている。この冷却ジャケット112に冷却水等の冷媒を流すことにより、天井板74は冷却され得る。
- [0058] 次に、以上のように構成された熱処理装置の動作について説明する。ここでは、熱処理の一例として、1分子から数分子程度の厚さの非常に薄いアルミナ膜が一層ずつ多層に亘って積層される場合を例にとりて説明する。
- [0059] 載置台78上に載置されたウェハWは、主として載置台78に埋め込まれた抵抗加熱ヒータ80によって、所定の温度に加熱維持される。
- [0060] また、処理容器4'内に設けられた内部容器98は、この上方に設けられた加熱手段100によって均一に加熱される。すなわち、加熱手段100の石英管104内に挿通されているカーボンワイヤ106から発せられる熱線は、直接的に、或いは、石英管104を保持する反射板102によって反射されて間接的に、光吸収部材よりなる内部容器98に吸収されて、これを所定の温度に加熱する。
- [0061] 一方、処理ガスとしての成膜ガスは内部容器98内へ間欠的に供給されて、薄い層が多層に形成される。例えば、第1のガス供給手段90から流量制御されたTMA(トリメチルアルミニウム)ガスが間欠的に供給され、第2のガス供給手段92から流量制御されたオゾンガスが、TMAガスの供給とはタイミングをずらして、間欠的に供給される。これにより、ウェハWの表面に薄いアルミナ膜が多層に形成される。
- [0062] 具体的には、第1のガス供給手段90からTMAガスが供給される時、ノズル90Aと反対側の第2の真空排気系96が駆動されて、処理空間S内に矢印A1に示すようなガスの流れが作られる。逆に、第2のガス供給手段92からオゾンガスが供給される時、ノズル92Aと反対側の第1の真空排気系94が駆動されて、処理空間S内に矢印A1とは反対方向の矢印A2に示すようなガスの流れが作られる。このような操作が複数回繰り返して行われて、成膜処理が行われる。

- [0063] 加熱手段100を構成する反射板102は、不純物をほとんど含まなくて純度の高い不透明石英で形成されている。また、石英管104及びカーボンワイヤ106も、不純物をほとんど含まなくて純度が高い。従って、有機物汚染や金属汚染のコンタミネーションが発生することを大幅に抑制することができる。しかも、反射板102及び石英管104等の加工は比較的容易なので、製造コストも大幅に引き下げることができる。更には、反射板102により、熱エネルギーを有効に且つ効率的に使用することができる。
- [0064] また、加熱手段100の主要構成部品が熱衝撃に強い石英で形成されているので、大容量の電力を投入することができる。これにより、高い昇温レート、例えば1000℃／5分程度の昇温レート、を得ることができる。
- [0065] 尚、上記第2の実施の形態の載置台78として、図1乃至図4を用いて説明した載置台32、すなわち載置台の中に加熱手段が一体的に組み込まれた載置台、を用いてもよい。この場合には、ウエハWに対するコンタミネーションの発生を一層抑制することができる。
- [0066] また、被処理体加熱手段として、抵抗加熱ヒータ80に替えて、加熱ランプを用いてもよい。
- [0067] また、内部容器98の材料は、透明石英でも不透明石英でもよい。更には、内部容器98は設けなくて、直接的に被処理体を加熱するようにしてもよい。
- [0068] 上記第2の実施の形態では、アルミナ膜の成膜処理が説明されているが、これに限定されず、他の膜種の成膜処理についても本発明を適用することができる。
- [0069] また、上記各実施の形態では、加熱手段40(100)は、透明な石英管62(104)内にカーボンワイヤ64(106)を挿入して形成されているが、これに限定されない。例えば図8に示すように、石英管62(104)の下半分(上半分)を反射用の不透明石英とし、上半分(下半分)を透明石英で形成するようにして熱効率を高めるようにしてもよい。この場合、透明な石英側にウエハが位置すべきであるのは勿論である。
- [0070] 更には、上記各実施の形態では、熱処理として成膜処理が行われる場合が説明されているが、これに限定されず、酸化拡散処理、アニール処理、改質処理等の他の熱処理についても本発明を適用することができる。
- [0071] また、上記各実施の形態では、熱CVDによる成膜処理装置が説明されているが、

これに限定されず、プラズマCVD処理装置、エッチング処理装置、酸化拡散処理装置、スパッタ処理装置等についても本発明を適用することができる。

[0072] また、本実施の形態では被処理体として半導体ウエハを例にとって説明したが、これに限定されず、LCD基板、ガラス基板等にも適用できるのは勿論である。

請求の範囲

- [1] 不透明石英よりなる反射板と、
前記反射板の表面に溶接された石英管と、
を備え、
前記石英管には、通電により熱を発生するカーボンワイヤが挿通されている
ことを特徴とする加熱手段。
- [2] 前記石英管は、屈曲されている
ことを特徴とする請求項1に記載の加熱手段。
- [3] 前記石英管は、前記反射板の表面において、複数のゾーンに分割されて溶接され
ている
ことを特徴とする請求項1に記載の加熱手段。
- [4] 不透明石英よりなる反射板と、前記反射板の表面に溶接された石英管と、を備え、
前記石英管には、通電により熱を発生するカーボンワイヤが挿通されていることを特
徴とする加熱手段と、
前記加熱手段の前記石英管の全体を覆うようにして設けられると共に、その上に被
処理体が載置されるようになっている載置台カバー部材と、
を備え、
前記載置台カバー部材は、光吸収部材よりなる
ことを特徴とする載置台。
- [5] 前記載置台カバー部材は、SiCよりなる
ことを特徴とする請求項4に記載の載置台。
- [6] 不透明石英よりなる反射板と前記反射板の表面に溶接された石英管とを備え前記
石英管には通電により熱を発生するカーボンワイヤが挿通されていることを特徴とす
る加熱手段と、前記加熱手段の前記石英管の全体を覆うようにして設けられると共に
その上に被処理体が載置されるようになっている載置台カバー部材と、を備え、前記
載置台カバー部材は、光吸収部材よりなることを特徴とする載置台と、
前記載置台を収容すると共に真空引き可能になされた処理容器と、
前記処理容器内へ所定のガスを供給するためのガス供給手段と、

前記処理容器内を真空排気する真空排気系と、
を備えたことを特徴とする熱処理装置。

- [7] 被処理体が載置される載置台と、
前記載置台を収容すると共に真空引き可能になされた処理容器と、
前記処理容器内へ所定のガスを供給するためのガス供給手段と、
前記処理容器内を真空排気する真空排気系と、
前記載置台と対向するように前記処理容器内に設けられた加熱手段と、
を備え、
前記加熱手段は、
不透明石英よりなる反射板と、
前記反射板の表面に溶接された石英管と、
を有しており、
前記石英管には、通電により熱を発生するカーボンワイヤが挿通されている
ことを特徴とする熱処理装置。
- [8] 前記載置台の上方を覆うようにして設けられた内部容器
を更に備えたことを特徴とする請求項7に記載の熱処理装置。
- [9] 被処理体が載置される載置台と、
前記載置台を収容すると共に真空引き可能になされた処理容器と、
前記処理容器内へ所定のガスを供給するためのガス供給手段と、
前記処理容器内を真空排気する真空排気系と、
前記被処理体を加熱するために設けられる被処理体加熱手段と、
前記処理容器の内側に設けられた内部容器と、
前記内部容器を加熱するために前記内部容器と前記処理容器の内壁との間に設
けられた加熱手段と、
を備え、
前記内部容器は、光吸収部材よりなり、
前記加熱手段は、
不透明石英よりなる反射板と、

前記反射板の表面に溶接された石英管と、
を有しており、

前記石英管には、通電により熱を発生するカーボンワイヤが挿通されている
ことを特徴とする熱処理装置。

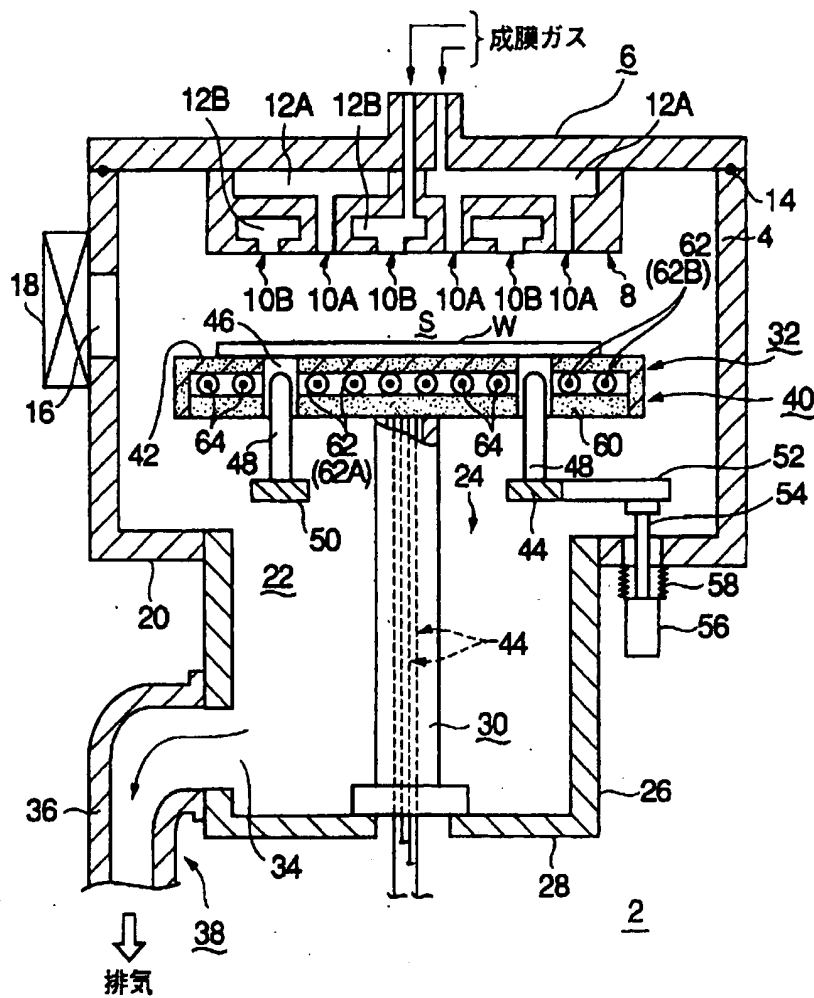
[10] 前記内部容器は、SiCよりなる

ことを特徴とする請求項9に記載の熱処理装置。

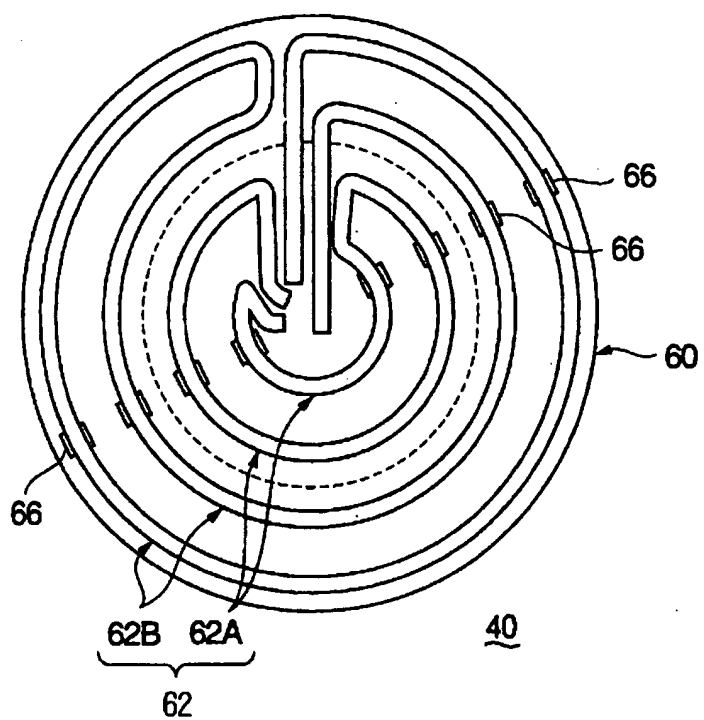
[11] 前記被処理体加熱手段は、載置台内に一体的に組み込まれている

ことを特徴とする請求項9または10に記載の熱処理装置。

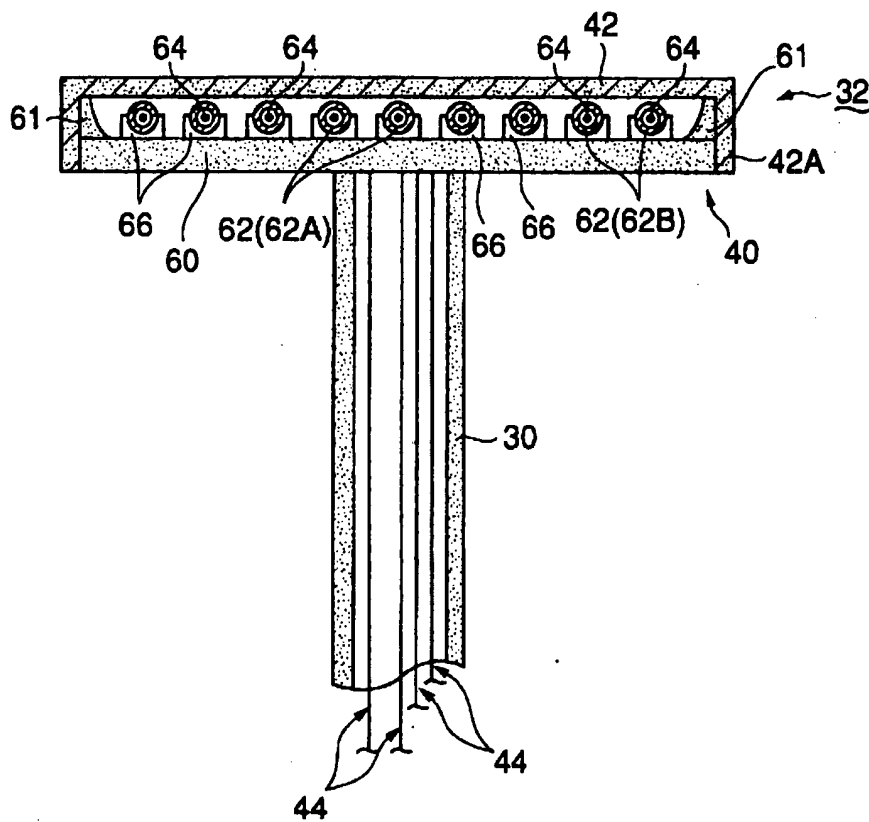
[図1]



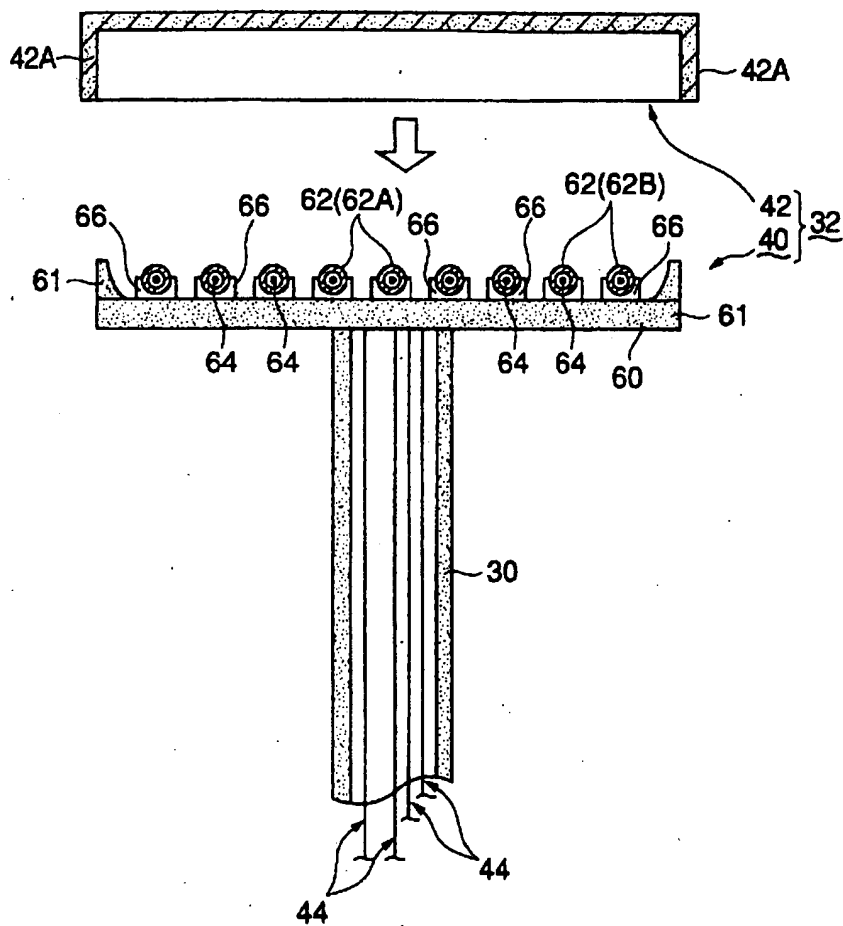
[図2]



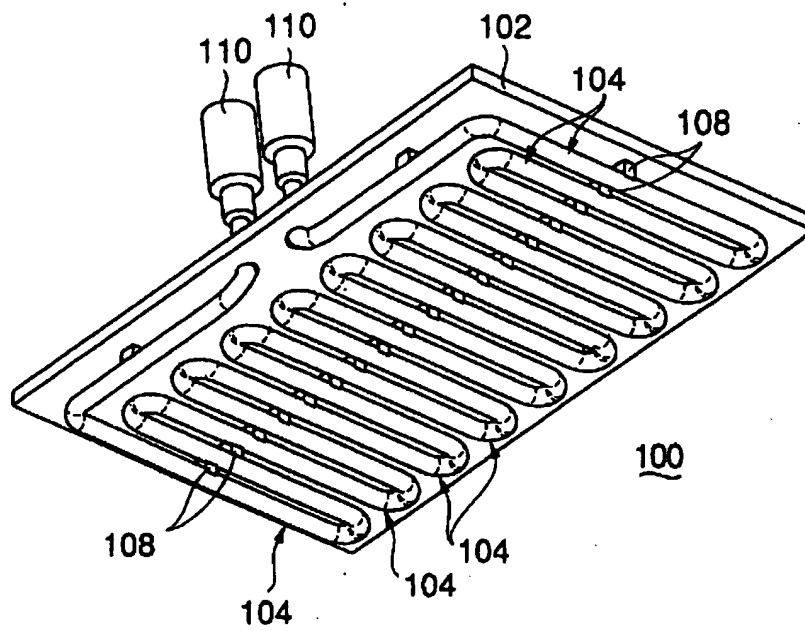
[図3]



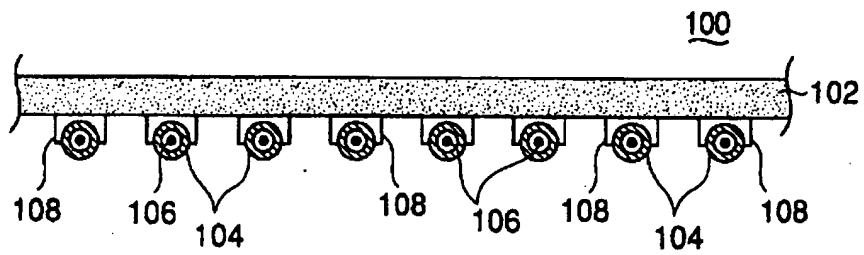
[図4]



[図6]



[図7]



[図8]

